

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

J1046 U.S. PTO  
09/853158  
05/10/01  


別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 5月23日

出願番号

Application Number:

特願2000-150894

出願人

Applicant(s):

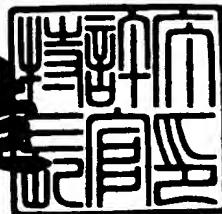
ティーディーケイ株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 4月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕



出証番号 出証特2001-3029862

【書類名】 特許願

【整理番号】 TD01512

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 05/39

H01L 43/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 山口 淳

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 庄司 茂

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107559

【弁理士】

【氏名又は名称】 星宮 勝美

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 064839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体に対向する媒体対向面と、

磁気抵抗素子と、前記媒体対向面側の一部が前記磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置された、前記磁気抵抗素子をシールドするための第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、

互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、

前記再生ヘッドの一方のシールド層と前記記録ヘッドの一方の磁性層とが対向するように、前記再生ヘッドと前記記録ヘッドとが配置された薄膜磁気ヘッドであって、

更に、めっきによって形成可能な非磁性金属材料よりなり、前記一方のシールド層と前記一方の磁性層との間に設けられた磁気遮断のための磁気遮断層を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記非磁性金属材料のビッカース硬度は400以上であることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記非磁性金属材料は、前記一方のシールド層および前記一方の磁性層には用いられない单一の元素よりなることを特徴とする請求項1または2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記非磁性金属材料は白金であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記磁気遮断層の厚みは0.05μm以上であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 記録媒体に対向する媒体対向面と、

磁気抵抗素子と、前記媒体対向面側の一部が前記磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置された、前記磁気抵抗素子をシールドするための第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、

互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、

前記再生ヘッドの一方のシールド層と前記記録ヘッドの一方の磁性層とが対向するように、前記再生ヘッドと前記記録ヘッドとが配置され、

更に、前記一方のシールド層と前記一方の磁性層との間に設けられた磁気遮断のための磁気遮断層を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記再生ヘッドと前記記録ヘッドのうちの一方を形成する工程と、

めっきによって形成可能な非磁性金属材料を用いて、めっき法により前記磁気遮断層を形成する工程と、

前記再生ヘッドと前記記録ヘッドのうちの他方を形成する工程とを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】 前記非磁性金属材料のビッカース硬度は400以上であることを特徴とする請求項6記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 前記非磁性金属材料は、前記一方のシールド層および前記一方の磁性層には用いられない单一の元素よりなることを特徴とする請求項6または7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】 前記非磁性金属材料は白金であることを特徴とする請求項6ないし8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】 前記磁気遮断層の厚みは0.05μm以上であることを特徴とする請求項6ないし9のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 前記一方のシールド層、前記磁気遮断層および前記一方の磁性層は、めっき法によって連続的に形成されることを特徴とする請求項6ない

し10のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、再生ヘッドと記録ヘッドとを備えた複合型の薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。そのため、薄膜磁気ヘッドとしては、誘導型電磁変換素子によって記録と再生を行う薄膜磁気ヘッドに代り、書き込み用の誘導型電磁変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR（Magnetoresistive）とも記す。）素子を有する再生ヘッドとが一体化された複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】

ここで、図11および図12を参照して、従来の複合型薄膜磁気ヘッドの構成の例について説明する。図11は、記録ヘッドの一方の磁極を形成する磁極層と再生ヘッドの一方のシールド層とが共通化された薄膜磁気ヘッドの構成の一例を示す断面図である。図12は、記録ヘッドと再生ヘッドが分離された薄膜磁気ヘッドの構成の一例を示す断面図である。

【0004】

図11に示した薄膜磁気ヘッドは、アルティック（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiC）等のセラミック材料よりなる基板101と、この基板101の上に形成されたアルミナ（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）等の絶縁材料よりなる絶縁層102と、この絶縁層102の上に形成された再生ヘッドと、この再生ヘッドの上に形成された記録ヘッドと、この記録ヘッドを覆うオーバーコート層118とを備えている。

【0005】

再生ヘッドは、絶縁層102の上に形成された磁性材料よりなる下部シールド層103と、この下部シールド層103の上に形成されたアルミナ等の絶縁材料

よりなる下部シールドギャップ膜104と、一端部がエアベアリング面（媒体対向面）に配置されるように、下部シールドギャップ膜104の上に形成された再生用のMR素子105と、下部シールドギャップ膜104の上に形成され、MR素子105に電気的に接続された一対のリード層106と、下部シールドギャップ膜104、MR素子105およびリード層106を覆うように形成された上部シールドギャップ膜107と、この上部シールドギャップ膜107の上に形成された磁性材料よりなる上部シールド層兼下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）110とを備えている。

## 【0006】

記録ヘッドは、下部磁極層110と、この下部磁極層110の上に形成されたアルミナ等の絶縁材料よりなる記録ギャップ層111と、この記録ギャップ層111の上に形成された磁性材料よりなる上部磁極層117とを備えている。オーバーコート層118は、アルミナ等の絶縁材料よりなり、上部磁極層117を覆うように形成されている。

## 【0007】

下部磁極層110のエアベアリング面側の一部である磁極部分と、上部磁極層117のエアベアリング面側の一部である磁極部分は、記録ギャップ層111を介して互いに対向している。図示しないが、上部磁極層117のエアベアリング面とは反対側の端部は、記録ギャップ層111に形成されたコンタクトホールを介して下部磁極層110に接続され、磁気的に連結されている。また、図示しないが、下部磁極層110と上部磁極層117の間には、これらに対して絶縁された状態で薄膜コイルが設けられている。

## 【0008】

図12に示した薄膜磁気ヘッドは、アルティック等のセラミック材料よりなる基板101と、この基板101の上に形成されたアルミナ等の絶縁材料よりなる絶縁層102と、この絶縁層102の上に形成された再生ヘッドと、この再生ヘッドの上に形成された記録ヘッドと、この記録ヘッドを覆うオーバーコート層118と、再生ヘッドと記録ヘッドとの間に設けられた磁気遮断のための磁気遮断層109とを備えている。

## 【0009】

再生ヘッドは、図11に示した薄膜磁気ヘッドと同様に、下部シールド層103、下部シールドギャップ膜104、MR素子105、リード層106および上部シールドギャップ膜107を備えていると共に、上部シールドギャップ膜107の上に形成された磁性材料よりなる上部シールド層108を備えている。

## 【0010】

記録ヘッドは、下部磁極層110と、この下部磁極層110の上に形成されたアルミナ等の絶縁材料よりなる記録ギャップ層111と、この記録ギャップ層111の上に形成された磁性材料よりなる上部磁極層117とを備えている。

## 【0011】

図12に示した薄膜磁気ヘッドでは、上部シールド層108と下部磁極層110との間に磁気遮断層109が設けられている。

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、当初、薄膜磁気ヘッドの構造としては、図12に示したような、記録ヘッドと再生ヘッドが分離された構造が一般的であった。その後、製造の合理性や、記録ギャップ層とMR素子との間隔を最小にしたい等の要望により、薄膜磁気ヘッドの構造として、図11に示したような、再生ヘッドの上部シールド層と記録ヘッドの下部磁極層とが共通化された構造が提案され、多くのヘッドがこのような構造で設計されていた（文献「David Hannon他, "ALLICAT MAGNETORE SISTIVE HEAD DESIGN AND PERFORMANCE", IEEE Transactions on Magnetics, Vol.30, No.2, 第298~302ページ, 1994年3月」参照）。

## 【0013】

しかしながら、薄膜磁気ヘッドにおいて、再生トラック幅が減少し、それに伴ってMR素子の高感度化等、再生ヘッドの性能の向上が進むと、記録動作を行った直後の再生動作時に再生信号に、通常のホワイトノイズよりも著しく高いピーク値を持つパルス状のノイズが発生する場合が生じてきた。このノイズの原因は、記録ヘッドによる記録動作中に上部シールド層に印加された磁界によって生じた上部シールド層内の磁化の緩和、あるいは上部シールド層による強い磁界が直

接、MR素子に印加されたときに生じたMR素子の磁化の緩和によるものと考えられている。このように記録動作の直後の磁化の不安定現象に伴うノイズの発生を、本出願においてライトインデュースノイズと言う。このノイズは、特にMR素子の高感度化に伴いその発生頻度が高くなり、サーボエラー等の多発によりハードディスク装置の応答速度を落とす大きな要因になっていた。

## 【0014】

このような不具合が頻繁に発生するようになったため、薄膜磁気ヘッドの構造として、図12に示したような、記録ヘッドと再生ヘッドが分離された構造も、再び採用されるようになってきた。

## 【0015】

しかしながら、記録ヘッドと再生ヘッドを分離した構造のヘッドでは、記録ギャップ層とMR素子との間隔が大きくなる。例えば、図12に示したヘッドにおいて、上部シールド層108の厚みを2.5μm、磁気遮断層109の厚みを0.5~1μm、下部磁極層110の厚みを2.5μmとすると、記録ギャップ層111とMR素子105との間隔は、5.5μmよりも大きくなってしまう。高密度化が進んだ複合型薄膜磁気ヘッドでは、記録ギャップ層とMR素子との間隔を大きくすることは、サーボを行う上で不利になる。

## 【0016】

また、従来の記録ヘッドと再生ヘッドを磁気遮断層によって分離した構造のヘッドでは、上部シールド層、磁気遮断層、下部磁極層をそれぞれ独立して作製することが必要になり、その結果、製造に要する時間が増加するばかりでなく、工程数の増大によりコストが増加するという問題点がある。

## 【0017】

このことを、図13ないし図25を参照して説明する。図13ないし図25は、上部シールド層、磁気遮断層および下部磁極層の形成方法の一例を示す断面図である。この方法では、まず、図13に示したように、必要に応じて、上部シールド層の下地となる層151の上に、層151と後述する電極膜との密着性を高めるために、例えばチタン(Ti)によりなる接着層152を形成する。次に、接着層152の上に、めっき法によって上部シールド層を形成するための電極膜

153を形成する。

【0018】

次に、図14に示したように、レジストを所定形状にパターニングして、上部シールド層を形成するためのフレーム154を形成する。

【0019】

次に、図15に示したように、フレーム154を用いてめっきを行って、電極膜153の上にめっき層155A, 155Bを形成する。なお、符号155Aは上部シールド層となるめっき層を表し、符号155Bはそれ以外のめっき層を表す。次に、図16に示したように、フレーム154を剥離する。

【0020】

次に、図17に示したように、例えばイオンミリングによって、フレーム154が存在していた部分における電極膜153を除去する。

【0021】

次に、図18に示したように、めっき層155Aを覆うように、レジストパターン156を形成する。

【0022】

次に、図19に示したように、エッチングによって、レジストパターン156によって覆われていないめっき層155Bを除去する。次に、図20に示したように、レジストパターン156を剥離する。

【0023】

次に、図21に示したように、例えばイオンミリングによって、めっき層155Aの下の部分を除いて、接着層152を除去する。

【0024】

次に、図22に示したように、全面に、例えばスパッタによって、無機酸化物よりなる磁気遮断層157を形成する。

【0025】

次に、図示しないが、MR素子に接続されたリード層と磁気遮断層157の上に形成される電極層とを導通させるために、磁気遮断層157において、電極層が形成される部分をエッチングする。そのために、まず、磁気遮断層157の上

に、電極層が形成される部分以外の部分を覆うレジストパターンを形成する。次に、このレジストパターンをマスクにして、例えばイオンミリングによって、磁気遮断層157において、電極層が形成される部分をエッチングする。次に、レジストパターンを剥離する。

【0026】

次に、図23に示したように、必要に応じて、磁気遮断層157の上に、例えばチタン(Ti)によりなる接着層158を形成する。次に、接着層158の上に、めっき法によって下部磁極層を形成するための電極膜159を形成する。

【0027】

次に、図24に示したように、レジストを所定形状にパターニングして、下部磁極層を形成するためのフレーム160を形成する。

【0028】

次に、図25に示したように、フレーム160を用いてめっきを行って、めっき層161A, 161Bを形成する。なお、符号161Aは下部磁極層となるめっき層を表し、符号161Bはそれ以外のめっき層を表す。

【0029】

このように、従来の記録ヘッドと再生ヘッドを磁気遮断層によって分離した構造のヘッドでは、上部シールド層、磁気遮断層および下部磁極層を作製するため、非常に多くの工程が必要なことが分かる。

【0030】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、記録動作直後に再生信号に発生するノイズを低減でき、且つ製造に要する時間やコストの増加を抑制できるようにした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、

記録媒体に対向する媒体対向面と、

磁気抵抗素子と、媒体対向面側の一部が磁気抵抗素子を挟んで対向するように

配置された、磁気抵抗素子をシールドするための第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、

互いに磁気的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、

再生ヘッドの一方のシールド層と記録ヘッドの一方の磁性層とが対向するよう、再生ヘッドと記録ヘッドとが配置された薄膜磁気ヘッドであって、

更に、めっきによって形成可能な非磁性金属材料よりなり、一方のシールド層と一方の磁性層との間に設けられた磁気遮断のための磁気遮断層を備えたものである。

#### 【0032】

本発明の薄膜磁気ヘッドでは、再生ヘッドの一方のシールド層と記録ヘッドの一方の磁性層との間に設けられる磁気遮断層が、めっきによって形成可能な非磁性金属材料よりなるので、一方のシールド層と一方の磁性層のうちの少なくとも一方と、磁気遮断層とを、めっき法によって連続的に形成することが可能になる。

#### 【0033】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、

記録媒体に対向する媒体対向面と、

磁気抵抗素子と、媒体対向面側の一部が磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置された、磁気抵抗素子をシールドするための第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、

互いに磁気的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、

再生ヘッドの一方のシールド層と記録ヘッドの一方の磁性層とが対向するよう  
に、再生ヘッドと記録ヘッドとが配置され、

更に、一方のシールド層と一方の磁性層との間に設けられた磁気遮断のための  
磁気遮断層を備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法であって、

再生ヘッドと記録ヘッドのうちの一方を形成する工程と、

めっきによって形成可能な非磁性金属材料を用いて、めっき法により磁気遮断  
層を形成する工程と、

再生ヘッドと記録ヘッドのうちの他方を形成する工程と  
を含むものである。

#### 【0034】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、再生ヘッドの一方のシールド層と記  
録ヘッドの一方の磁性層との間に設けられる磁気遮断層をめっきによって形成す  
るようにしたので、一方のシールド層と一方の磁性層のうちの少なくとも一方と  
、磁気遮断層とを、めっき法によって連続的に形成することが可能になる。

#### 【0035】

本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、非磁性金属材料のビッ  
カース硬度は400以上であってもよい。

#### 【0036】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、非磁性金属材料  
は、一方のシールド層および一方の磁性層には用いられない单一の元素よりなる  
ようにしてもよい。

#### 【0037】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、非磁性金属材料  
は白金であってもよい。

#### 【0038】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁気遮断層の厚  
みは0.05μm以上であってもよい。

#### 【0039】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、一方のシールド層、磁気

遮断層および一方の磁性層は、めっき法によって連続的に形成されてもよい。

【0040】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

図1は本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける磁極部分のエアベアリング面（媒体対向面）に平行な断面を示す断面図、図2は本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図である。

【0041】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、アルティック ( $Al_2O_3 \cdot TiC$ ) 等のセラミック材料よりなる基板1と、この基板1の上に形成されたアルミナ ( $Al_2O_3$ ) 等の絶縁材料よりなる絶縁層2と、この絶縁層2の上に形成された再生ヘッドと、この再生ヘッドの上に形成された記録ヘッドと、この記録ヘッドを覆うオーバーコート層18と、再生ヘッドと記録ヘッドとの間に設けられた磁気遮断のための磁気遮断層9とを備えている。

【0042】

再生ヘッドは、絶縁層2の上に形成された磁性材料よりなる下部シールド層3と、この下部シールド層3の上に形成されたアルミナ等の絶縁材料よりなる下部シールドギャップ膜4と、一端部がエアベアリング面30に配置されるように、下部シールドギャップ膜4の上に形成された再生用のMR素子5と、下部シールドギャップ膜4の上に形成され、MR素子5に電気的に接続された一対のリード層6と、下部シールドギャップ膜4、MR素子5およびリード層6を覆うように形成された上部シールドギャップ膜7と、この上部シールドギャップ膜7の上に形成された磁性材料よりなる上部シールド層8とを備えている。上部シールド層8の上に磁気遮断層9が形成されている。MR素子5には、AMR（異方性磁気抵抗効果）素子、GMR（巨大磁気抵抗効果）素子あるいはTMR（トンネル磁気抵抗効果）素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることができる。

【0043】

記録ヘッドは、磁気遮断層9の上に形成された磁性材料よりなる下部磁極層1

0と、この下部磁極層10の上に形成されたアルミナ等の絶縁材料よりなる記録ギャップ層11と、この記録ギャップ層11の上において、薄膜コイルを形成する部分に形成された、例えば熱硬化させたフォトレジストよりなる絶縁層12と、この絶縁層12の上に形成されたCu等の導電性材料よりなる薄膜コイルの第1層部分13と、絶縁層12および薄膜コイルの第1層部分13を覆うように形成された、例えば熱硬化させたフォトレジストよりなる絶縁層14と、この絶縁層14の上に形成されたCu等の導電性材料よりなる薄膜コイルの第2層部分15と、この薄膜コイルの第2層部分15を覆うように形成された、例えば熱硬化させたフォトレジストよりなる絶縁層16と、この絶縁層16の上に形成された磁性材料よりなる上部磁極層17とを備えている。オーバーコート層18は、アルミナ等の絶縁材料よりなり、上部磁極層17を覆うように形成されている。

#### 【0044】

下部磁極層10のエアベアリング面30側の一部である磁極部分と、上部磁極層17のエアベアリング面30側の一部である磁極部分は、記録ギャップ層11を介して互いに対向している。上部磁極層17の磁極部分は、記録トラック幅に等しい幅を有している。また、上部磁極層17のエアベアリング面30とは反対側の端部は、記録ギャップ層11に形成されたコンタクトホールを介して下部磁極層10に接続され、磁気的に連結されている。

#### 【0045】

薄膜コイルの第1層部分13と第2層部分15は、互いに接続され、記録ギャップ層11に形成されたコンタクトホールの回りに巻回されている。

#### 【0046】

このように、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面（エアベアリング面30）と、再生ヘッドと、記録ヘッドとを備えている。再生ヘッドは、MR素子5と、エアベアリング面30側の一部がMR素子5を挟んで対向するように配置された、MR素子5をシールドするための下部シールド層3および上部シールド層8とを有している。

#### 【0047】

記録ヘッドは、互いに磁気的に連結され、エアベアリング面30側において互

いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む下部磁極層10および上部磁極層17と、この下部磁極層10の磁極部分と上部磁極層17の磁極部分との間に設けられた記録ギャップ層11と、少なくとも一部が下部磁極層10および上部磁極層17の間に、これらに対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル13、15とを有している。

## 【0048】

再生ヘッドと記録ヘッドは、再生ヘッドの上部シールド層8と記録ヘッドの下部磁極層10が対向するように配置されている。そして、上部シールド層8と下部磁極層10との間に磁気遮断層9が設けられている。

## 【0049】

本実施の形態において、上部シールド層8は、本発明における第1および第2のシールド層のうちの一方のシールド層に対応し、下部シールド層3は、本発明における第1および第2のシールド層のうちの他方のシールド層に対応する。また、下部磁極層10は、本発明における第1および第2の磁性層のうちの一方の磁性層に対応し、上部磁極層17は、本発明における第1および第2の磁性層のうちの他方の磁性層に対応する。

## 【0050】

次に、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。この製造方法では、まず、基板1の上に、スパッタ法等によって絶縁層2を形成する。次に、絶縁層2の上に、スパッタ法またはめっき法等によって下部シールド層3を形成する。次に、下部シールド層3の上に、スパッタ法等によって下部シールドギャップ膜4を形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、スパッタ法等によってMR素子5を形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、スパッタ法等によって、MR素子5に電気的に接続される一対のリード層6を形成する。次に、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、スパッタ法等によって上部シールドギャップ膜7を形成する。次に、上部シールドギャップ膜7の上に、めっき法によって上部シールド層8を形成する。次に、上部シールド層8の上に、めっき法によって磁気遮断層9を形成する。

## 【0051】

次に、磁気遮断層9の上に、めっき法によって下部磁極層10を形成する。次に、下部磁極層10の上に、スパッタ法等によって記録ギャップ層11を形成する。次に、磁路形成のために、薄膜コイルの中心部分において、記録ギャップ層11を部分的にエッティングしてコンタクトホールを形成する。次に、記録ギャップ層11の上において、薄膜コイルを形成する部分に絶縁層12を形成する。次に、絶縁層12の上に、フレームめっき法等によって、薄膜コイルの第1層部分13を形成する。次に、絶縁層12および薄膜コイルの第1層部分13を覆うように絶縁層14を形成する。次に、絶縁層14の上に、フレームめっき法等によって、薄膜コイルの第2層部分15を形成する。次に、絶縁層14および薄膜コイルの第2層部分15を覆うように絶縁層16を形成する。次に、エアベアリング面（媒体対向面）30から絶縁層14、16の上を経て、記録ギャップ層11に形成されたコンタクトホールにかけて、上部磁極層17を形成する。次に、上部磁極層17の磁極部分をマスクとして、ドライエッティングにより、記録ギャップ層11を選択的にエッティングし、更に、下部磁極層10の一部を選択的にエッティングして、図1に示したようなトリム構造とする。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効的なトラック幅の増加を防止することができる。

#### 【0052】

次に、スパッタ法等によって、全体に、オーバーコート層18を形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面30を形成して本実施の形態における薄膜磁気ヘッドが完成する。

#### 【0053】

次に、図3ないし図7を参照して、本実施の形態における上部シールド層8、磁気遮断層9および下部磁極層10の形成方法について詳細に説明する。この方法では、まず、図3に示したように、必要に応じて、上部シールド層8の下地となる層51（図1および図2における上部シールドギャップ層7）の上に、層51と後述する電極膜との密着性を高めるために、例えばチタン（Ti）によりな

る接着層52を形成する。次に、接着層52の上に、めっき法によって上部シールド層8を形成するための電極膜53を形成する。

## 【0054】

次に、図4に示したように、レジストを所定形状にパターニングして、上部シールド層8を形成するためのフレーム54を形成する。

## 【0055】

次に、図5に示したように、フレーム54を用いてめっきを行って、電極膜53の上にめっき層55A, 55Bを形成する。なお、符号55Aは上部シールド層8となるめっき層を表し、符号55Bはそれ以外のめっき層を表す。

## 【0056】

次に、図6に示したように、フレーム54を用いてめっきを行って、めっき層55A, 55Bの上に、磁気遮断層9を形成する。本実施の形態では、磁気遮断層9の材料には、めっきによって形成可能な非磁性金属材料が用いられる。このような非磁性金属材料には、白金やNi-Cu合金等があるが、特に白金を用いるのが好ましい。

## 【0057】

次に、図7に示したように、フレーム54を用いてめっきを行って、磁気遮断層9の上にめっき層57A, 57Bを形成する。なお、符号57Aは下部磁極層10となるめっき層を表し、符号57Bはそれ以外のめっき層を表す。

## 【0058】

このように、本実施の形態では、同じフレーム54を用いて、めっき法によって、上部シールド層8、磁気遮断層9および下部磁極層10を連続的に形成することができる。

## 【0059】

以上説明したように、本実施の形態では、上部シールド層8と下部磁極層10との間に磁気遮断層9を設けたので、記録動作直後に再生信号に発生するライトインデュースノイズを低減することができる。

## 【0060】

このことを図8を参照して説明する。図8は、本実施の形態の薄膜磁気ヘッド

と、上部シールド層と下部磁極層とが共通化された従来の薄膜磁気ヘッドとで、ライトインデュースノイズに起因する不良ヘッドの発生率を比較した実験結果を示している。この実験では、本実施の形態のヘッドについて、下部磁極層10の厚みを1.4μm、白金よりなる磁気遮断層9の厚みを0.20μmとし、上部シールド層8の厚みを変えた3種類のものを用意した。また、従来のヘッドについては、下部磁極層を兼ねた上部シールド層の厚みを変えた3種類のものを用意した。また、実験では、記録動作を105回行ったときに、50μVを越えるレベルのライトインデュースノイズの発生回数が50回を越えるヘッドを不良ヘッドと定義した。このような実験を、用意した各種類のヘッドについて複数回ずつを行い、図8に示したように、上部シールド層の厚みと不良ヘッド発生率との関係を求めた。図8において、符号81は、本実施の形態の各種類のヘッドにおける不良ヘッド発生率の範囲を示し、菱形の点は本実施の形態の各種類のヘッドにおける不良ヘッド発生率の平均値を示している。また、符号82は、従来の各種類のヘッドにおける不良ヘッド発生率の範囲を示し、三角の点は従来の各種類のヘッドにおける不良ヘッド発生率の平均値を示している。

#### 【0061】

図8から、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、上部シールド層と下部磁極層とが共通化された従来の薄膜磁気ヘッドに比べて、ライトインデュースノイズに起因する不良ヘッド発生率が大幅に低減されることが分かる。このことから、本実施の形態によれば、従来のヘッドに比べてライトインデュースノイズを大幅に低減できることが分かる。

#### 【0062】

また、図8から、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、上部シールド層8と磁気遮断層9と下部磁極層10とを合わせた厚みを、従来の薄膜磁気ヘッドにおける下部磁極層を兼ねた上部シールド層の厚みとほぼ同等に維持しながら、ライトインデュースノイズを大幅に低減できることが分かる。従って、本実施の形態によれば、記録ギャップ層11とMR素子5との間隔を必要以上に大きくする必要がない。

#### 【0063】

図9は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドについて、下部磁極層10の厚みと、重ね書きする場合の特性であるオーバーライト特性との関係を求めた実験の結果を示している。なお、この実験では、上部シールド層8の厚みを1.6μm、白金よりなる磁気遮断層9の厚みを0.2μmとしている。図9から、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、下部磁極層10の厚みを1μm程度にまで薄くしてもオーバーライト特性は、ほとんど低下しないことが分かる。

#### 【0064】

また、本実施の形態では、めっき法によって、上部シールド層8、磁気遮断層9および下部磁極層10を連続的に形成することができる。また、本実施の形態では、磁気遮断層9が導電性を有するため、従来のように、MR素子に接続されたリード層と磁気遮断層の上に形成される電極層とを導通させるために、磁気遮断層において、電極層が形成される部分をエッチングする必要がない。従って、そのための工程が不要になる。以上のことから、図3ないし図7に示した工程と、図13ないし図25に示した工程とを比較しても分かるように、本実施の形態によれば、従来の磁気遮断層を有する薄膜磁気ヘッドを製造する場合に比べて、大幅に工程数を減らすことができる。従って、本実施の形態によれば、磁気遮断層9を設けながら、薄膜磁気ヘッドの製造に要する時間やコストの増加を抑制することができる。

#### 【0065】

図10は、本実施の形態の薄膜磁気ヘッドにおいて、白金よりなる磁気遮断層9の厚みとライトインデュースノイズに起因する不良ヘッドの発生率との関係を求めた実験の結果を示している。この実験では、上部シールド層8の厚みを1.6μm、下部磁極層10の厚みを1.4μmとし、磁気遮断層9の厚みを変えた4種類のヘッドを用意した。図10において、符号91は各種類のヘッドにおける不良ヘッド発生率の範囲を示し、菱形の点は各種類のヘッドにおける不良ヘッド発生率の平均値を示している。図10から、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、磁気遮断層9の厚みが0.05μm以上あれば、十分にライトインデュースノイズを低減する効果を發揮できることが分かる。

#### 【0066】

従って、例えば、上部シールド層8の厚みを1.6μm、下部磁極層10の厚みを1.4μmとすると、上部シールド層8と磁気遮断層9と下部磁極層10とを合わせた厚みは、3.05μm以上、すなわち約3μm以上であればよく、記録ギャップ層11とMR素子5との間隔を十分小さくすることができる。

## 【0067】

次に、本実施の形態において、磁気遮断層9の材料として白金を用いることが好ましい理由について説明する。

## 【0068】

まず、磁気遮断層9の材料に白金を用いることによって、磁気遮断層9の厚みを0.05μmまで薄くしても、上部シールド層8または下部磁極層10から磁気遮断層9へのニッケル(Ni)の拡散を防止でき、図10に示したように、十分にライトインデュースノイズを低減する効果を発揮させることができる。従って、ノイズ低減の効果を発揮させながら、磁気遮断層9を薄することが可能になる。

## 【0069】

また、白金のめっき膜のピッカース硬度は500~700で、他の貴金属に比べて硬度が高い。従って、磁気遮断層9の材料に白金を用いた場合には、エアベアリング面30の形成のためのスライダの研磨加工によても、磁気遮断層9が金属だれ(スメアー)を起こすことがない。磁気遮断層9の金属だれを防止するためには、磁気遮断層9に用いる材料として、ピッカース硬度が400以上の材料を用いるのが好ましい。

## 【0070】

また、白金は腐食しないため、磁気遮断層9の材料に白金を用いた場合には、スライダの研磨加工によても、磁気遮断層9の腐食が発生しない。

## 【0071】

また、本実施の形態では、磁気遮断層9の材料としては、上部シールド層8および下部磁極層10には用いられない单一の非磁性金属元素(例えば白金)を用いることが好ましい。以下、その理由について説明する。

## 【0072】

磁気遮断層9の材料として、上部シールド層8や下部磁極層10には用いられない单一の非磁性金属元素を用いた場合には、蛍光X線分析等により、簡単に磁気遮断層9の厚みを決定することができる。従って、磁気遮断層9の材料として合金を使用したときに問題となる、組成に依存した特性変化を考慮しなくともよく、工程管理が簡単になる。

## 【0073】

ここで、磁気遮断層9の材料として合金を使用したときの問題の一例を説明する。ここでは、磁気遮断層9の材料としてNi合金を使用する場合について考える。例えば、磁気遮断層9の材料としてNi-Cu合金を使用する場合には、ニッケル含有量が65重量%以上になるとNi-Cu合金が磁性体となってしまい、磁気遮断層9の機能が低下する。一方、ニッケル含有量が50重量%以下になると磁気遮断層9の腐食が発生し易くなる。このように磁気遮断層9の材料としてNi-Cu合金を使用する場合には、組成に依存した特性変化が大きくなる。従って、ニッケル含有量を50~65重量%の間に制御する必要がある。また、磁気遮断層9として、Ni合金の多層膜を用いた場合には、各層のニッケル成分を分離して分析することが不可能である。これらのことから、磁気遮断層9の材料としてNi合金を使用した場合には、工程管理が非常に難しくなる。

## 【0074】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、上記実施の形態では、基体側に再生ヘッドを形成し、その上に、記録ヘッドを積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、本発明は、基体側に記録ヘッドを形成し、その上に、再生ヘッドを積層した構造の薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。この場合には、記録ヘッドの上部磁極層と再生ヘッドの下部シールド層との間に磁気遮断層を設ければよい。また、この場合における薄膜磁気ヘッドの製造方法では、記録ヘッドを形成し、次に磁気遮断層を形成し、次に再生ヘッドを形成する。また、この場合には、記録ヘッドの上部磁極層と、磁気遮断層と、再生ヘッドの下部シールド層を、めっき法によって連続的に形成するようにしてもよい。

## 【0075】

また、実施の形態では、上部シールド層8（一方のシールド層）、磁気遮断層9および下部磁極層10（一方の磁性層）を、めっき法によって連続的に形成するようにしたが、一方のシールド層と一方の磁性層のうちの一方と、磁気遮断層とを、めっき法によって連続的に形成するようにしてもよい。

## 【0076】

## 【発明の効果】

以上説明したように請求項1ないし5のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドによれば、再生ヘッドの一方のシールド層と記録ヘッドの一方の磁性層との間に設けられる磁気遮断層が、めっきによって形成可能な非磁性金属材料よりなるので、一方のシールド層と一方の磁性層のうちの少なくとも一方と、磁気遮断層とを、めっき法によって連続的に形成することが可能になり、薄膜磁気ヘッドにおいて記録動作直後に再生信号に発生するノイズを低減することができ、且つ薄膜磁気ヘッドの製造に要する時間やコストの増加を抑制することができるという効果を奏する。

## 【0077】

また、請求項6ないし11のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、再生ヘッドの一方のシールド層と記録ヘッドの一方の磁性層との間に設けられる磁気遮断層をめっきによって形成するようにしたので、一方のシールド層と一方の磁性層のうちの少なくとも一方と、磁気遮断層とを、めっき法によって連続的に形成することが可能になり、薄膜磁気ヘッドにおいて記録動作直後に再生信号に発生するノイズを低減することができ、且つ薄膜磁気ヘッドの製造に要する時間やコストの増加を抑制することができるという効果を奏する。

## 【0078】

また、請求項2記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁気遮断層に用いる非磁性金属材料のビッカース硬度を400以上としたので、磁気遮断層の金属だれを防止することができるという効果を奏する。

## 【0079】

また、請求項3記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項8記載の薄膜磁気ヘッドの

製造方法によれば、非磁性金属材料が、一方のシールド層および一方の磁性層には用いられない单一の元素よりなるようにしたので、組成に依存した特性変化を考慮しなくてもよく、工程管理が簡単になるという効果を奏する。

【0080】

また、請求項4記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁気遮断層に用いる非磁性金属材料を白金としたので、磁気遮断層の腐食や金属だれを防止することができるという効果を奏する。更に、一方のシールド層や一方の磁性層から磁気遮断層へのニッケルの拡散を防止でき、ノイズ低減の効果を發揮させながら、磁気遮断層を薄することが可能になるという効果を奏する。

【0081】

また、請求項5記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項10記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁気遮断層の厚みを0.05μm以上としたので、ノイズ低減の効果を十分に發揮させることが可能になるという効果を奏する。

【0082】

また、請求項11記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、一方のシールド層、磁気遮断層および一方の磁性層を、めっき法によって連続的に形成するようにしたので、更に薄膜磁気ヘッドの製造に要する時間やコストの増加を抑制することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示す断面図である。

【図2】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図である。

【図3】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける上部シールド層、磁気遮断層および下部磁極層の形成方法における一工程を示す断面図である。

【図4】

図3に続く工程を示す断面図である。

【図5】

図4に続く工程を示す断面図である。

【図6】

図5に続く工程を示す断面図である。

【図7】

図6に続く工程を示す断面図である。

【図8】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドと従来の薄膜磁気ヘッドとで不良ヘッドの発生率を比較した実験結果を示す特性図である。

【図9】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドについて下部磁極層の厚みとオーバーライト特性との関係を求めた実験の結果を示す特性図である。

【図10】

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおいて磁気遮断層の厚みと不良ヘッドの発生率との関係を求めた実験の結果を示す特性図である。

【図11】

従来の薄膜磁気ヘッドの構成の一例を示す断面図である。

【図12】

従来の薄膜磁気ヘッドの構成の他の例を示す断面図である。

【図13】

図12に示した薄膜磁気ヘッドにおける上部シールド層、磁気遮断層および下部磁極層の形成方法の一例における一工程を示す断面図である。

【図14】

図13に続く工程を示す断面図である。

【図15】

図14に続く工程を示す断面図である。

【図16】

図15に続く工程を示す断面図である。

【図17】

図16に続く工程を示す断面図である。

【図18】

図17に続く工程を示す断面図である。

【図19】

図18に続く工程を示す断面図である。

【図20】

図19に続く工程を示す断面図である。

【図21】

図20に続く工程を示す断面図である。

【図22】

図21に続く工程を示す断面図である。

【図23】

図22に続く工程を示す断面図である。

【図24】

図23に続く工程を示す断面図である。

【図25】

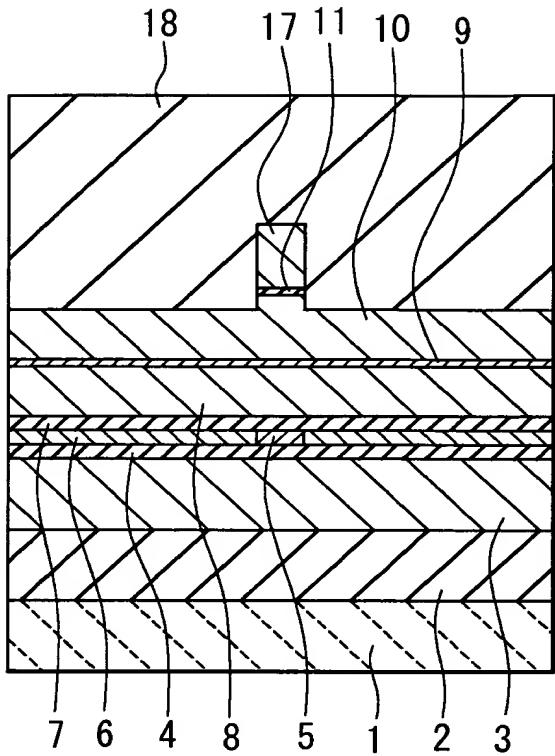
図24に続く工程を示す断面図である。

【符号の説明】

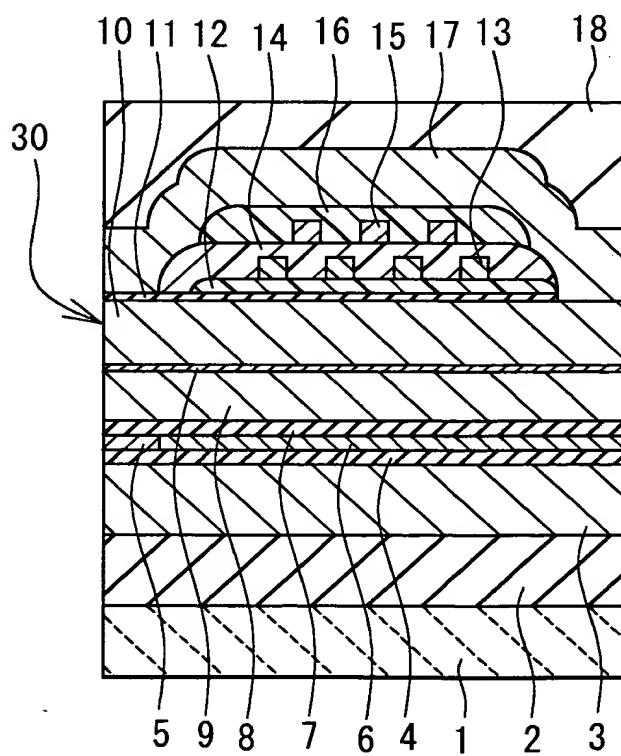
1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、5…MR素子、8…上部シールド層、9…磁気遮断層、10…下部磁極層、11…記録ギャップ層、13…薄膜コイルの第1層部分、15…薄膜コイルの第2層部分、17…上部磁極層、18…オーバーコート層。

【書類名】 図面

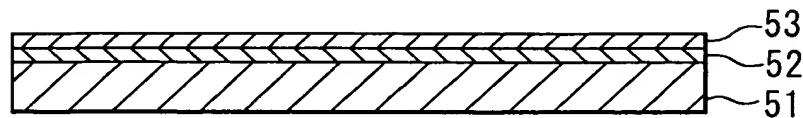
【図1】



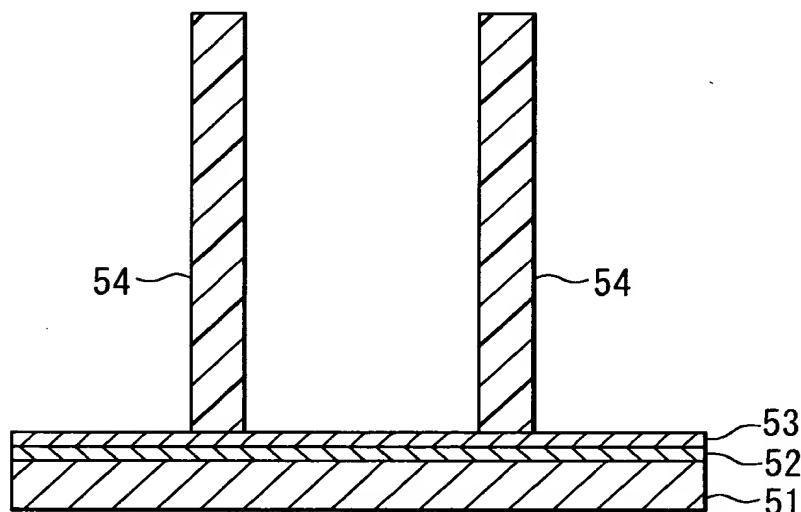
【図2】



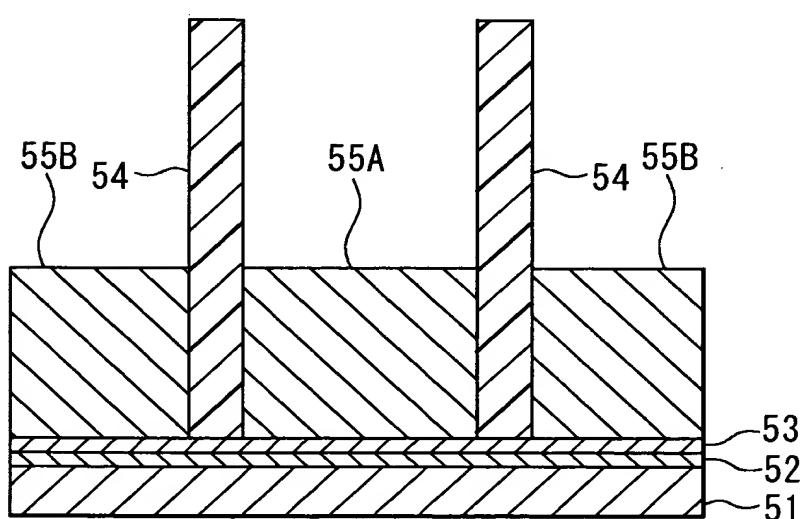
【図3】



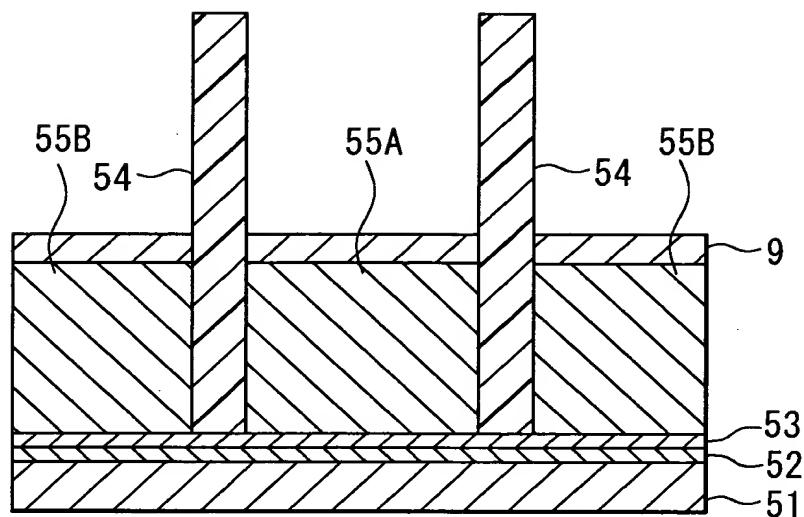
【図4】



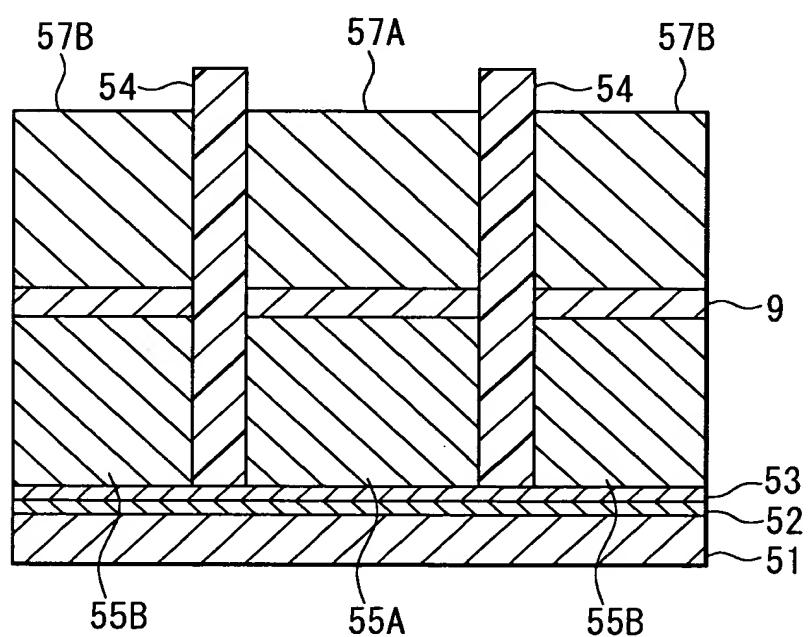
【図5】



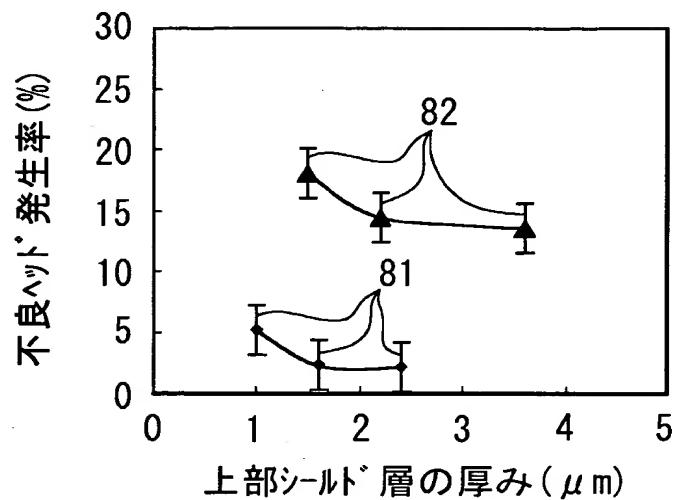
【図6】



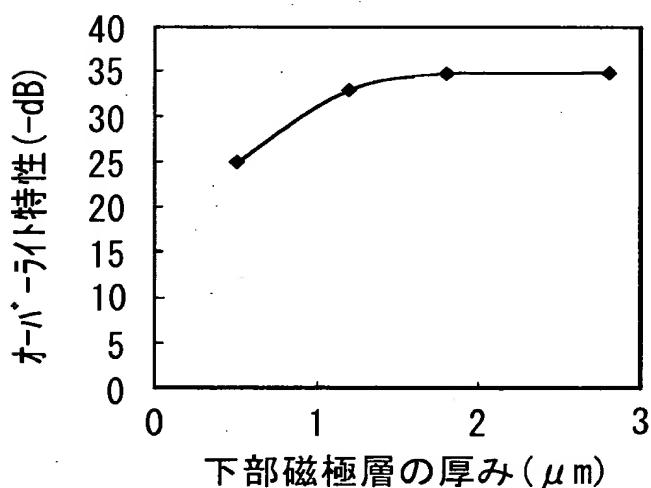
【図7】



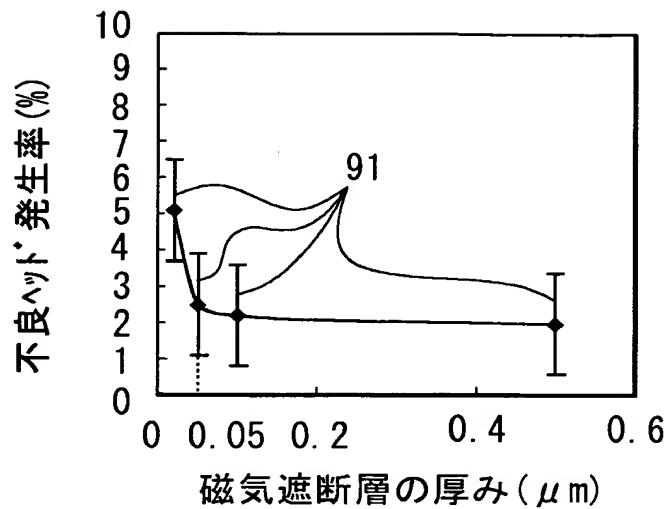
【図8】



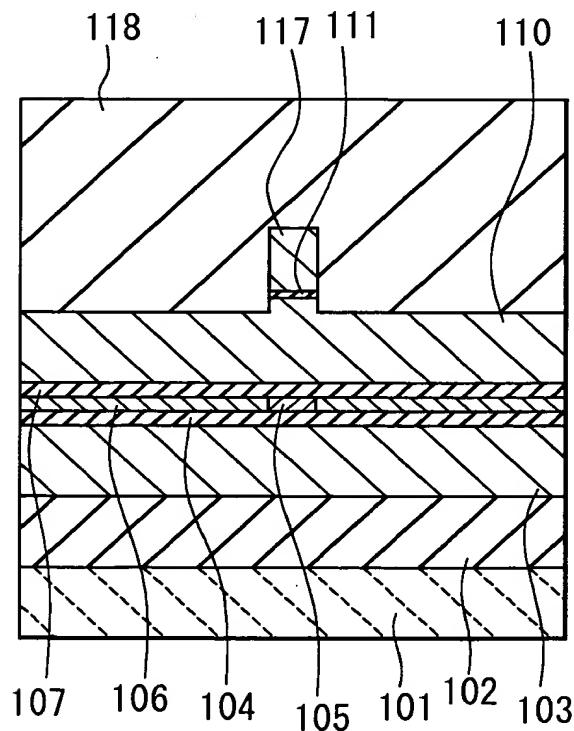
【図9】



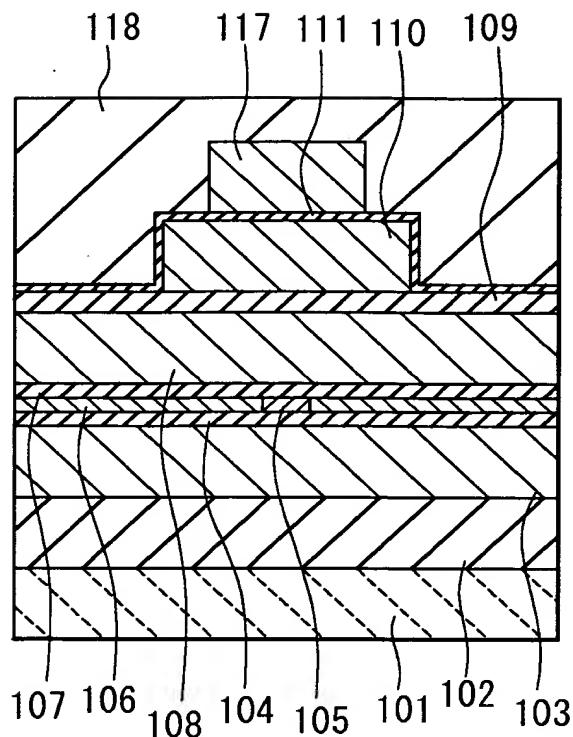
【図10】



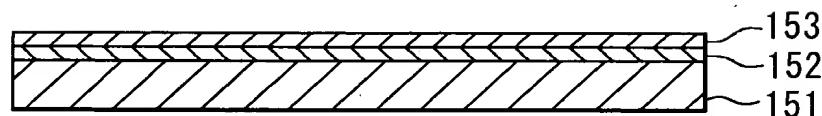
【図11】



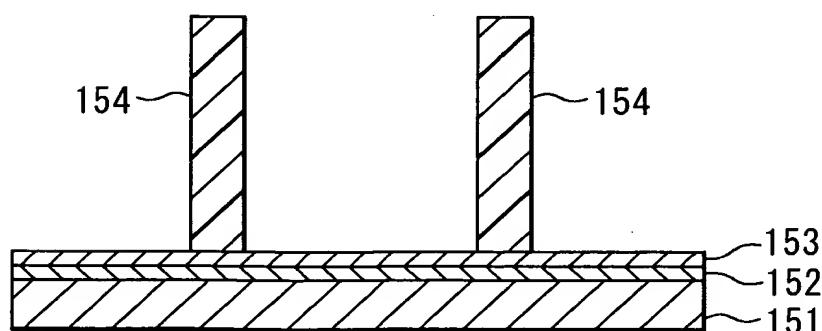
【図12】



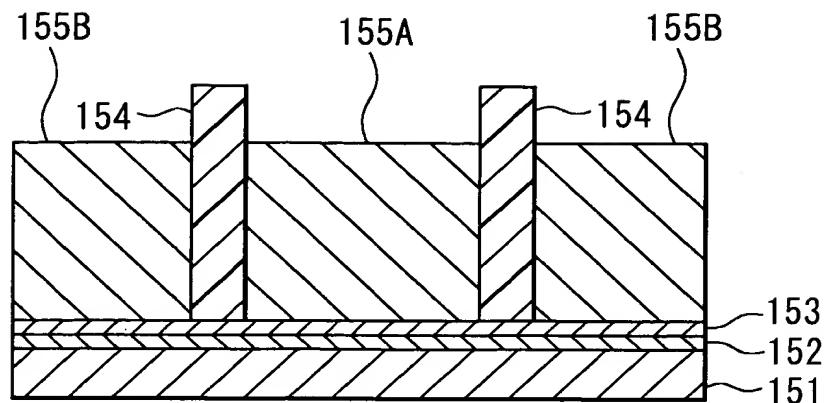
【図13】



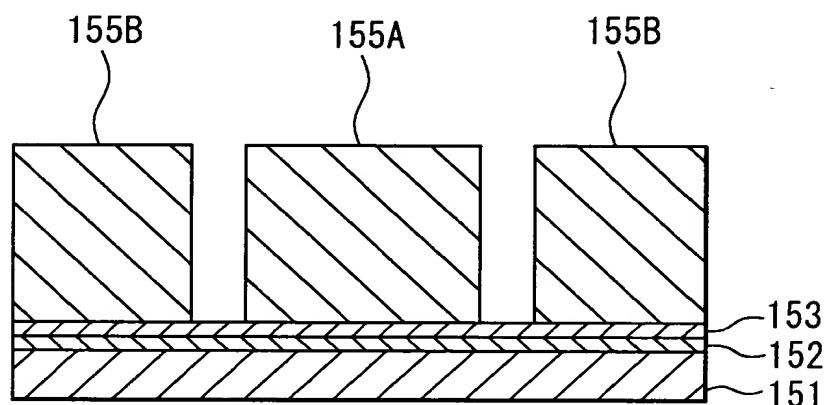
【図14】



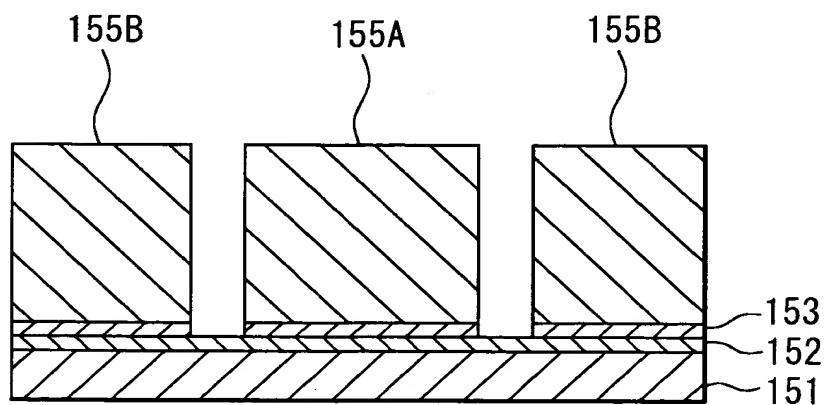
【図15】



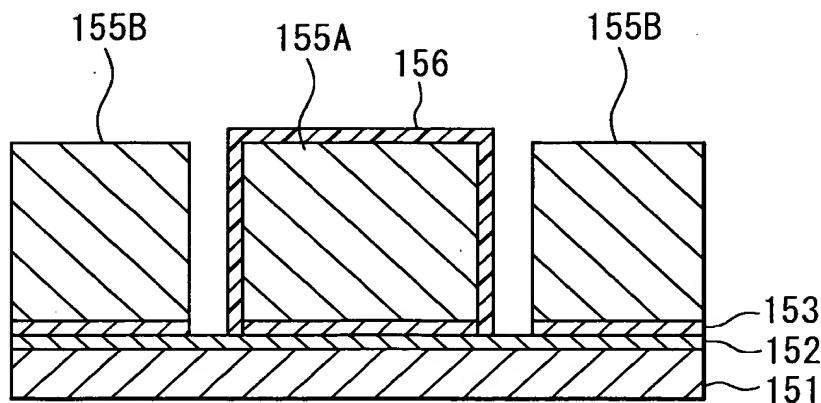
【図16】



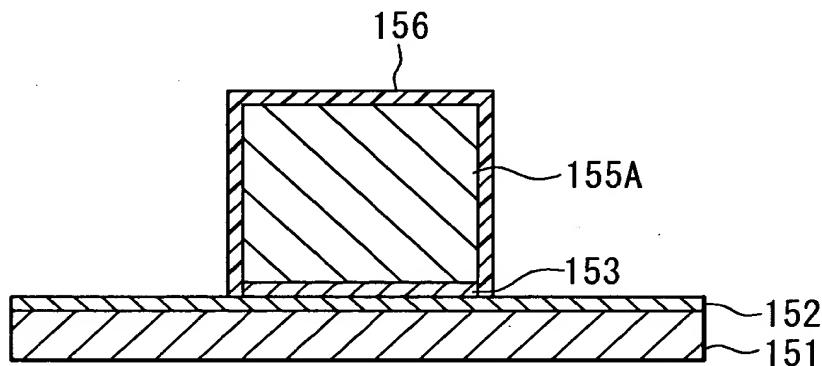
【図17】



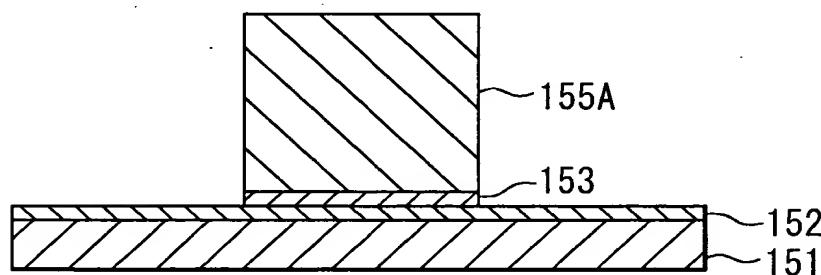
【図18】



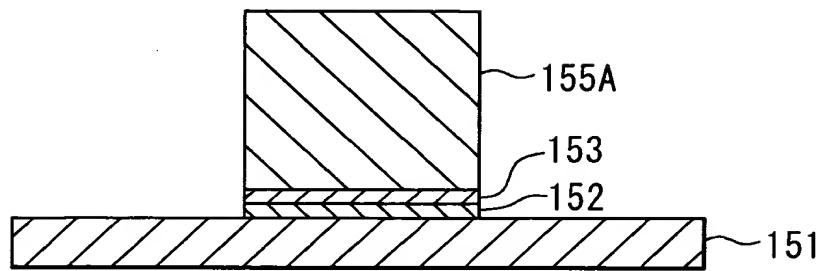
【図19】



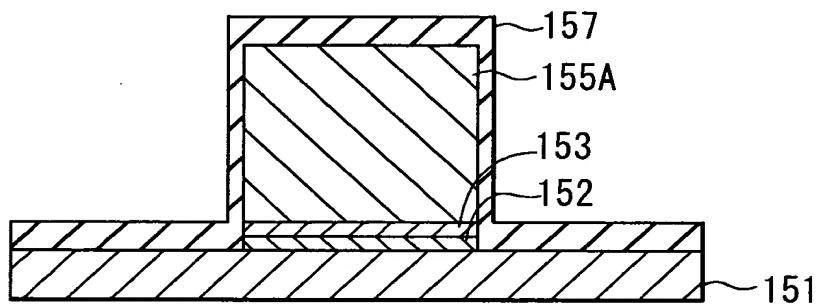
【図20】



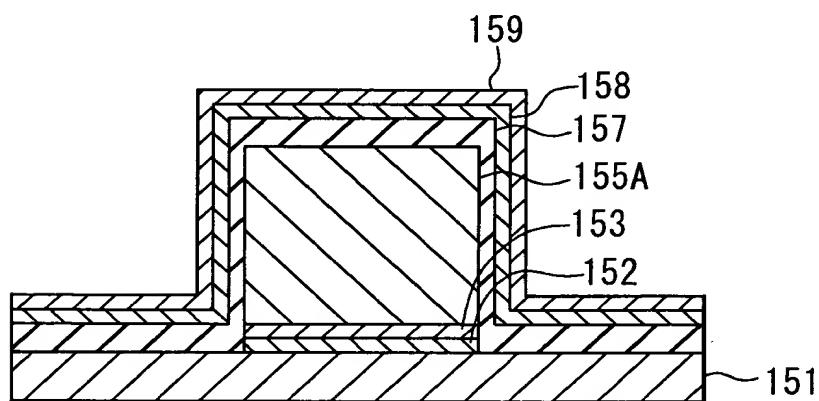
【図21】



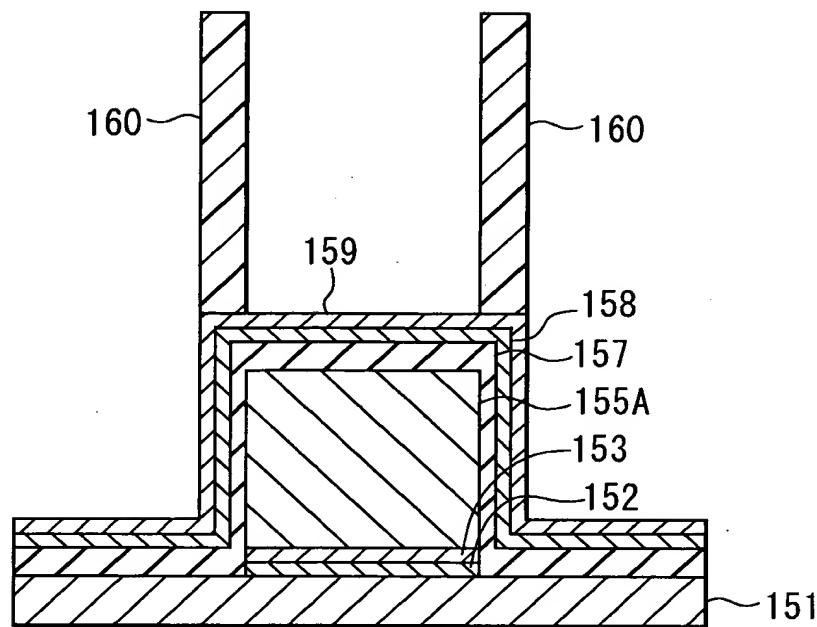
【図22】



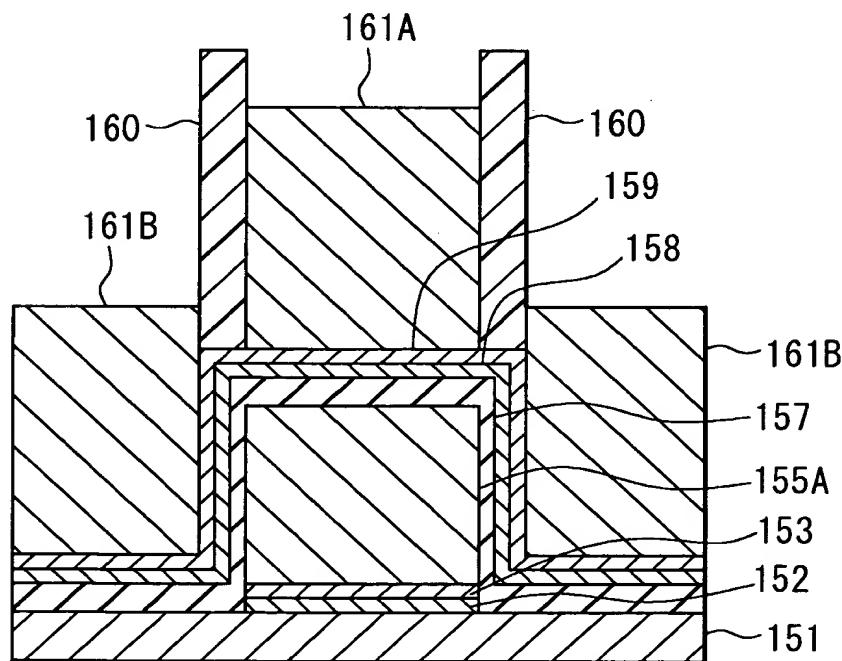
【図23】



【図24】



【図25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 記録動作直後に再生信号に発生するノイズを低減し、且つ製造に要する時間やコストの増加を抑制する。

【解決手段】 薄膜磁気ヘッドは、再生ヘッドと記録ヘッドとを備えている。再生ヘッドと記録ヘッドは、再生ヘッドの上部シールド層8と記録ヘッドの下部磁極層10が対向するように配置されている。上部シールド層8と下部磁極層10との間には磁気遮断層9が設けられている。磁気遮断層9の材料には、めっきによって形成可能な非磁性金属材料、特に白金が用いられる。上部シールド層8、磁気遮断層9および下部磁極層10は、めっき法によって連続的に形成される。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-150894
受付番号	50000630972
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成12年 5月24日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成12年 5月23日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名 ティーディーケイ株式会社